Received : 8 กุมภาพันธ์ 2565
Revised : 17 พฤษภาคม 2565
Accepted : 31 พฤษภาคม 2565

ปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก

Eco-friendly product design factor from water hyacinth combined with wet waste

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา
Songwut Egwutvongsa
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Corresponding author e-mail : Songwut.ae@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

การวิจัยมีวัตถุประสงค์ 1)เพื่อพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นกระถางต้นไม้อินทรีย์ 2)เพื่อกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา 3)เพื่อประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่พัฒนาใหม่ โดยดำเนินการวิจัยแบบผสมผสาน (Mixed Methods Research) ขั้นตอนที่หนึ่งเพื่อพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวา โดยทำการทดสอบค่า N, P, K, pH, EC, Moisture และ GI ในห้องทดสอบที่รับรองมาตรฐาน ขั้นตอนที่สองเพื่อกำหนดปัจจัยการออกแบบและเพื่อประเมินความพึงพอใจ ซึ่งมีกลุ่มประชากร คือ ผู้เลือกซื้อสินค้าในตลาดนัดจตุจักร โซนไม้ประดับ จำนวน 1,124 คน และกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้สนใจผลิตภัณฑ์กระถางรักษ์สิ่งแวดล้อมที่เลือกซื้อสินค้าบริเวณจำหน่ายไม้ประดับในตลาดนัดจตุจักร จำนวน 150 คน ใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ระดับความเชื่อมั่น 10% ของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane) เครื่องมือวิจัยใช้แบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง มาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคอร์ด ปรากฏค่า Cronbach’s Alpha = 0.815, 0.839 ปรากฏผลลัพธ์ขั้นตอนที่หนึ่ง คือ สูตรส่วนผสมที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงสูด โดยมีระดับค่าฟอสฟอรัส (P205) 0.89% ค่าโพแทสเซียม (K20) 0.71% ค่าแคลเซียม (CaO) 2.23% และค่าแมกนีเซียม (MgO) 0.37% โดยมีอินทรียวัตถุระดับ 33.76% จากนั้นนำมาเป็นวัตถุดิบในการออกแบบกระถางรักษ์โลก ด้วยการวิเคราะห์ข้อมูลการจัดกลุ่มตัวแปร (EFA) การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) และการถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) พบว่ามี 12 องค์ประกอบที่สัมพันธ์กันจากตัวแปรคัดสรรทั้งหมด 39 ตัวแปร โดยมี Chi-

Square=2076.222 และ Sig.= .00 ซึ่งตัวแปรปัจจัยทั้ง 39 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน และตรวจสอบองค์ประกอบเชิงยืนยันของปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ โดยยืนยันโมเดลการวัดตัวแปรปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling) ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านความตระหนักสิ่งแวดล้อม (Awareness) และปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price) โดยมีความสอดคล้องกับข้อมูลเชิงประจักษ์ ปรากฏค่าดัชนีความสอดคล้องกลมกลืน คือ χ^2= 33.185, *df* = 27, relativeχ^2= 1.229, *p* = .191, RMSEA = .039, RMR = .025, GFI = *.965*, AGFI = *.900*, NFI = *.953*, TLI = *.977* และปรากฏความรู้สึกพึงพอใจของผู้บริโภคมีค่า *Sig. < .05* สามารถแสดงสมการพยากรณ์รูปคะแนนดิบ คือ $\hat{y} = 1.493 + .187(X1) + .306(X2) + .270(X3)$ และสมการพยากรณ์รูปคะแนนมาตรฐาน คือ $Z = .296(X1) + .316(X2) + .312(X3)$

คำสำคัญ : ปัจจัยการออกแบบ, แนวโน้มการออกแบบ, ผลผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม, ผักตบชวา, ขยะเปียก

Abstract

The research is objective. 1) to develop the process of transforming water hyacinths into organic plant pots. 2) to determine the design factor of an organic potted plant from water hyacinth. 3) To assess the satisfaction of the newly developed organic potted hyacinth products, Mixed Methods Research, the first step to developing the water hyacinth transformation process, is tested for N, P, K, pH, EC, moisture, GI in an accredited laboratory. The second step to determining the design factor and assessing satisfaction was the demographic group, namely, shoppers at the Chatuchak Market. 1,124 people in the ornamental flower zone and 150 people who are interested in environmentally-friendly potted products who choose to buy products at the flower decoration area in the Chatuchak market, using Simple Random Sampling at a confidence level of 10.0% of Taro Yamane The research tool used a structured questionnaire. The 5-level rating scale of the liqueur appeared to have Cronbach's Alpha = 0.815 and 0.839. The result of the first step was the highest efficiency formula of the third ingredient. Phosphorus (P205) accounts for 0.89%, potassium (K20) accounts for 0.71%, calcium (CaO) accounts for 2.23%, magnesium (MgO) accounts for 0.37%, and organic matter accounts for 33.76%. By analyzing variable grouping (EFA), affirmative component analysis (CFA), and multiple linear regression, 12 components were correlated from 39 select

variables, with Chi-Square = 2076.222 and Sig. =.00, in which 39 factor variables are related. and examine the corroborating elements of the factors affecting product purchases. It confirms the model for measuring the feeling variables, the product appearance factor, the environmental awareness factor (awareness), and the product price factor (price), are consistent with the historical data. χ^2 = 33.185, df = 27, relativeχ^2 = 1.229, p =.191, RMSEA =.039, RMR =.025, GFI =.965, AGFI =.900, NFI =.953, TLI =.977, and consumer satisfaction was Sig. .05. The raw score prediction equation was $\hat{y} = 1.493 + .187(X1) + .306(X2) + .270(X3)$, while the standard score prediction equation was $Z = .296(X1) + .316(X2) + .312(X3)$..

Keyword: design factor, design Environmentally, friendly products, water hyacinth, wet waste

1. บทนำ

ปัจจุบันผักตบชวามีการแพร่พันธุ์รวดเร็วและทวีจำนวนมากขึ้นในแม่น้ำลำคลองทุกพื้นที่ของประเทศไทย กระทั่งส่งผลกระทบต่อการสัญจร และปัญหาทางด้านสภาพแวดล้อมริมน้ำ ซึ่งสร้างปัญหาให้กับพื้นที่ชลประทาน พื้นที่ประมง พื้นที่คมนาคมทางน้ำและพื้นที่ท่องเที่ยว เป็นต้น จากลักษณะกายภาพผักตบชวาจะมีการเติบโตตามธรรมชาติที่รวดเร็วและสร้างให้เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมอย่างรุนแรง โดยหากมีการนำผักตบชวามาใช้ประโยชน์ทางด้านเกษตรกรรมได้จะสามารถช่วยปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและชีวเคมีของดินได้อย่างมีประสิทธิภาพเนื่องจากมีคุณค่าธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืชค่อนข้างสูงในการนำมาแปรสภาพเป็นปุ๋ยพืชสด ปุ๋ยหมักและวัสดุปลูกพืช ซึ่งในปัจจุบันมีการส่งเสริมให้เกษตรกรหันกลับมาเรียนรู้วิธีประยุกต์ใช้ผักตบชวาเพื่อเพิ่มมูลค่าเชิงเศรษฐกิจที่มีความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางภาครัฐบาลไทยตามทิศทางเศรษฐกิจสร้างสรรค์ของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 12 โดยมุ่งนำศักยภาพท้องถิ่นออกมาสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจด้วยการบูรณาการร่วมศาสตร์ เพื่อเพิ่มโอกาสสร้างรายได้ให้กับประชาชน โดยสามารถใช้ประโยชน์จากศักยภาพท้องถิ่นตนเองได้ สำหรับผักตบชวาปรากฏการสะสมมวลชีวภาพได้มากถึง 20 กรัมต่อวัน และมีอัตราเจริญเติบโตรวดเร็ว 1.5% ต่อวัน ดังนั้นผักตบชวาถือเป็นผลกระทบเชิงลบต่อสภาพนิเวศวิทยาและต่อสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กหากไม่มีการกำจัด โดยปัญหาจากการเพิ่มจำนวนของผักตบชวาในปี 2561 มีปริมาณ 3,874,717 ตัน และปี 2562 มีปริมาณเพิ่มมากถึง 17,705,637 ตัน คิดเป็น 78.12% ปัญหาการแพร่กระจายของผักตบชวาจะขยายตัวตามอัตราการเติบโตของโรงงานอุตสาหกรรมและพื้นที่เกษตรกรรมขนาดใหญ่ที่มีการปล่อยสารเคมีลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลให้ผักตบชวามีอัตราการเติบโตที่รวดเร็ว

จนส่งผลกระทบต่อระบบนิเวศวิทยาในบริเวณลุ่มแม่น้ำขนาดใหญ่ 17 สาย ในประเทศไทย (Egwutvongsa, S. & Seviset, S. 2021) จึงทำให้เกิดปัญหาสภาพแวดล้อมตามในอนาคต จากประเด็นเหล่านี้ผู้วิจัยมีแนวคิดนำสิ่งที่ไร้คุณค่ามาประยุกต์สู่การสร้างสรรค์ให้เกิดมูลค่ากลับคืนสู่สภาพแวดล้อมได้อย่างยั่งยืน พร้อมทั้งเสนอแนวทางการนำศักยภาพวัสดุผักตบชวาที่เกิดขึ้นไปสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งศึกษาปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก เพื่อให้นักออกแบบหรือผู้ประกอบการสามารถนำผักตบชวามาประยุกต์ใช้ตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มเชิงเศรษฐกิจได้ในลักษณะตอบสนองความปกติใหม่ (New Normal) ที่เกิดขึ้นในสังคมที่ต้องการความแปลกใหม่ เพื่อตอบสนองวิถีชีวิตใหม่ของมนุษย์ในช่วงกาลเวลาอนาคตข้างหน้า

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นกระถางต้นไม้อินทรีย์
2. เพื่อกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา
3. เพื่อประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่พัฒนาใหม่

3. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นกระถางต้นไม้อินทรีย์: อาศัยขั้นตอนกระบวนการแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียกจากครัวเรือนเป็นปุ๋ยหมักอินทรีย์ตามมาตรฐานปุ๋ยหมัก (Habte, M. & Alexander, M., 1977) ของประเทศไทย และพัฒนากระบวนการขึ้นรูปกระถางต้นไม้อินทรีย์ที่อาศัยตัวเชื่อมประสานจากขยะพลาสติก (Aboulam, S., Morvan, B. & Revel, J-C., 2006) ร่วมกับเนื้อปุ๋ยหมักเป็นชิ้นงานกระถางสำหรับการเพาะปลูกต้นไม้ที่เป็นมิตรต่อโลก เพื่อการสร้างแนวทางสร้างสรรค์ที่มีความเป็นมิตรต่อโลกสูง

2. กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 2 เพื่อกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา: อาศัยการประยุกต์ใช้แนวคิดการพิจารณาจากภาพรวมการตัดสินใจตามข้อมูลรายกรณีด้วยข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ประกอบด้วย 1)ข้อมูลและรายละเอียดของปัญหาแต่ละรายกรณี 2)การเป็นตัวแทนของกรณีศึกษา 3)การเชื่อมโยงข้อมูลรายละเอียดของแต่ละกรณีเข้าร่วมกัน (Maher, M. L., Balachandran, M. B. & Zhang, D. M.1, 995) เพื่อนำสู่กระบวนการวิเคราะห์ทิศทางการพัฒนา

3. กรอบแนวความคิดรายวัตถุประสงค์ที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์ผักตบชวาที่พัฒนาใหม่ : ตามแนวคิด *“ไทยแลนด์ 4.0”* ที่ประยุกต์ใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า โดยสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้ง่าย และมีกระบวนการผลิตไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

หรือเมื่อนำไปใช้งานแล้วสามารถลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นในระหว่างการใช้งานของผู้บริโภคเทียบเท่ากับ 0 (ZERO=0) คือ ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสามารถส่งเสริมประโยชน์ต่อธรรมชาติในการสร้างแนวโน้มความต้องการของตลาดผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม (Zhu, W. & He, Y., 2017) กรณีกระถางผักตบชวาที่ถือเป็นปัญหามลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมค่อนข้างสูงของชุมชนในยุคปัจจุบัน

4. ขอบเขตของการวิจัย

1. ขอบเขตการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ 1: ดำเนินการพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียกจากครัวเรือนสู่การสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม โดยดำเนินการทดลองและทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐานด้วยการใช้กระบวนการตรวจวิเคราะห์ค่า N, P, K, pH, EC, Moisture และ GI ในวัตถุดิบจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก โดยนำตัวอย่างวัตถุดิบจำนวน 3 สูตร สูตรละ 1 กก. ทำการวิเคราะห์ตัวอย่าง 7 รายการวิเคราะห์ ดังนี้

ก) เครื่องมือวิจัย คือ อุปกรณ์ทดสอบตามมาตรฐานค่า N, P, K, pH, EC, Moisture และ GI ในห้องทดสอบที่รับรองมาตรฐาน

ข) การวิเคราะห์ คือ การเปรียบเทียบค่า N, P, K, pH, EC, Moisture และ GI ของวัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการหมักทั้ง 3 สูตร คือ 1)ผักตบชวา 100% 2)ผักตบชวา 85% และแกลบขี้เถ้า 15% และ 3)ผักตบชวา 42.5% ดินเทียมจากขยะเปียก 42.5%และแกลบขี้เถ้า 15% เป็นต้น

2. ขอบเขตการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ 2: การทดสอบปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่ออกแบบใหม่ (ต้นแบบ) โดยพิสูจน์ปัจจัยบ่งชี้จากตัวแปรสังเกตได้กลุ่มผู้บริโภค

ก) ประชากร คือ กลุ่มผู้เลือกซื้อสินค้าบริเวณตลาดนัดจตุจักร โซนไม้ดอกไม้ประดับ ปริมาณผู้เข้าใช้งานพื้นที่จำหน่ายต้นไม้ จำนวน 1,124 คน

ข) กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้สนใจผลิตภัณฑ์กระถางรักษ์โลก ที่เลือกซื้อสินค้าบริเวณโซนไม้ดอกไม้ประดับในตลาดนัดจตุจักร จำนวน 150 คน โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวนเป็นไปตามเกณฑ์นำเข้าข้อมูล เพื่อจัดกลุ่มตัวแปรด้วยเทคนิควิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ที่ความเชื่อมั่น 90% และโอกาสคลาดเคลื่อน 10% ของทาโร่ ยามาเน่

ค) เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามข้อมูลด้าน *“ข้อพิจารณาการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์โลก”* ของกลุ่มผู้บริโภค โดยเป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ข้อคำถามกำหนดลักษณะตัวแปรสังเกตได้เป็นแบบมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคอร์ด ปรากฏความเชื่อมั่นโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach’s Alpha) = 0.815 ถือได้ว่าอยู่ในระดับดี ซึ่งสามาถแปลผลได้ว่าแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

ง) การวิเคราะห์ คือ การคัดแยกข้อมูลเพื่อจัดกลุ่มตัวแปร (Exploratory Factor Analysis : EFA) และการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis : CFA) ที่วิเคราะห์

ด้วยการทดสอบความสอดคล้องของข้อมูล และโมเดลประกอบการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ถูกกำหนดให้มีตัวแปรสังเกตได้ทั้งชุดตามเทคนิค EFA อาทิ การตรวจสอบทฤษฎีพื้นฐานวิเคราะห์องค์ประกอบ และการสำรวจตัวแปรบ่งชี้ปัจจัยขององค์ประกอบการออกแบบ ด้วยโปรแกรม SPSS และโปรแกรมเอมอส (AMOS)

3. ขอบเขตการวิจัยรายวัตถุประสงค์ที่ 3: ประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่พัฒนาใหม่ โดยประเมินความพึงพอใจที่ถูกสะท้อนในลักษณะการคาดการณ์อนาคตของกลุ่มผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์หรือกลุ่มผู้บริโภคที่ใช้งานผลิตภัณฑ์ กรณีศึกษากระถางอินทรีย์ที่ผลิตจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก

ก) ประชากร คือ กลุ่มผู้เลือกซื้อสินค้าบริเวณตลาดนัดจตุจักร โซนไม้ดอกไม้ประดับ ปริมาณผู้เข้าใช้งานพื้นที่จำหน่ายต้นไม้ จำนวน 1,124 คน

ข) กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้สนใจผลิตภัณฑ์กระถางรักษ์โลก ที่เลือกซื้อสินค้าบริเวณโซนไม้ดอกไม้ประดับในตลาดนัดจตุจักร จำนวน 150 คน โดยใช้การสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ตามสูตรคำนวณที่ระดับความเชื่อมั่น 90% และโอกาสคลาดเคลื่อน 10% ของทาโร่ ยามาเน่ (Taro Yamane)

ค) เครื่องมือวิจัย คือ แบบสอบถามประเมินค่าความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบใหม่ภายใต้การประยุกต์ใช้ปัจจัยการออกแบบที่กำหนดใหม่ โดยเป็นแบบสอบถามแบบมีโครงสร้าง ลักษณะมาตรส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับของลิเคอร์ด มีความเชื่อมั่นโดยค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (Cronbach’s Alpha) = 0.839 ถือได้ว่าอยู่ในระดับดี โดยแบบสอบถามมีความน่าเชื่อถือและสามารถนำไปศึกษากับกลุ่มตัวอย่างจริงได้

ง) การวิเคราะห์ คือ การถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ที่วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระ (ปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์โลก) กับตัวแปรตาม (ระดับความพึงพอใจผู้บริโภค) ที่ศึกษาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ของความสัมพันธ์ตัวแปรอิสระมากกว่าหนึ่งตัวร่วมกับตัวแปรตามหนึ่งตัว

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยดำเนินการในรูปแบบเชิงผสมผสานวิธี (Mixed Method) ที่มีลักษณะแบบขั้นตอนเชิงสำรวจ (Exploratory Sequential Design) ซึ่งมีการวิจัยที่แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน ถือเป็นการวิจัยเพื่อสำรวจข้อมูลพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับปัญหาหรือประเด็นการวิจัย ได้แก่ ปัญหาผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมของผักตบชวาและขยะเปียกที่เกิดขึ้นในครัวเรือนโดยใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ และนำผลลัพธ์นั้นมาสร้างปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม และตรวจสอบความน่าเชื่อถือของปัจจัยที่เกิดขึ้น โดยใช้การตรวจสอบความน่าเชื่อถือของปัจจัยการออกแบบด้วยข้อมูลเชิงปริมาณเพื่อยืนยันผลลัพธ์ของปัจจัยที่เกิดขึ้น และสามารถนำผลไปใช้ในวงกว้างได้ แบ่งเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

1) ขั้นตอนวิจัยช่วงที่ 1: ขั้นตอนการรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาของผักตบชวาและขยะเปียกที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และสร้างตัวแปรบ่งชี้ที่ส่งผลกระทบต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์และแนวทางเบื้องต้นสำหรับการสร้างสรรค์

2) ขั้นตอนวิจัยช่วงที่ 2: ขั้นตอนทดสอบปัจจัยทางการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่ออกแบบใหม่ โดยทำการทดสอบเชิงปริมาณด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (Exploratory Factor Analysis: EFA) เพื่อสำรวจ และระบุองค์ประกอบร่วม (Common Factor) ที่ใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรปัจจัยทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ในรูปของตัวแปรสังเกตได้

3) ขั้นตอนวิจัยช่วงที่ 3: ขั้นตอนการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) เพื่อยืนยันองค์ประกอบปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นมา โดยอาศัยข้อมูลที่ได้รับจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ (EFA) โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม AMOS และผู้วิจัยกำหนดโมเดลการออกแบบขึ้นมาเป็นโมเดลวิเคราะห์แบบองค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ของการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางจากผักตบชวาและขยะเปียก

4) ขั้นตอนวิจัยช่วงที่ 4: ขั้นตอนการตรวจสอบความน่าเชื่อถือของโมเดลองค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ด้วยการถดถอยพหุคูณ (Multiple Linear Regression) ในการพิจารณาความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง (Linearity) ของปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์แต่ละตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อความรู้สึกพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ ที่ใช้ประกอบการคาดการณ์อนาคตภาพโมเดลการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

6. ประโยชน์ของการวิจัย

การวิจัยฉบับนี้มุ่งค้นหาแนวทาง “ปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่ผลิตจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก” โดยต้องการสร้างแนวทาง หรือทิศทางสำหรับนักออกแบบหรือนักศึกษาด้านการออกแบบจะสามารถนำปัจจัยที่เกิดขึ้นจากการวิจัยครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้ร่วมในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่ต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถือเป็น “ทิศทางที่นักออกแบบจะพิจารณาเป็นทางเลือกหนึ่งในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่ตนเองต้องการได้”

7. ผลการวิเคราะห์

1. ผลการพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นกระถางต้นไม้อินทรีย์ : โดยผู้วิจัยทดสอบคุณค่าธาตุอาหารสำหรับพืชที่ได้รับจากกระบวนการแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก ซึ่งเป็นวัตถุดิบที่สามารถหาได้ง่ายในท้องถิ่นและถือเป็นสิ่งที่ไร้คุณค่า ด้วยการนำมาผ่านกระบวนการเพิ่มคุณค่าธาตุอาหารด้วยกรรมวิธีการหมักเป็นระยะเวลา 60 วัน ก่อนนำดิน (วัตถุดิบ) มาทดสอบคุณค่า

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์เปรียบเทียบปุ๋ยหมักจากผักตบชวาที่หมักทิ้งไว้เป็นเวลา 60 วัน

อัตราการผสม	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (°C)	ความเป็นกรด ด่าง	อินทรีย์วัตถุ	ค่าคาร์บอนต่อไนโตรเจน	ไนโตรเจน	ค่านำไฟฟ้า (mS/cm)	คาร์บอน (%)
[1] ผักตบชวา 100%	54.22	30.67	7.15	32.48	15.96	1.09	0.34	16.76
[2] ผักตบชวา 85% และแกลบขี้เถ้า 15%	48.67	31.75	7.03	33.68	15.15	1.35	0.42	17.76
[3] ผักตบชวา 42.5% ดินเทียมขยะเปียก 42.5%และแกลบขี้เถ้า 15%	49.62	32.13	7.07	33.76	15.77	1.44	0.41	18.29

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

เมื่อเปรียบเทียบค่าธาตุอาหารที่จำเป็นสำหรับพืช พบว่า ค่าฟอสฟอรัส (P205) (%) เท่ากับ [1] 0.83, [2] 0.88, [3] 0.89 ค่าโพแทสเซียม (K20) (%) เท่ากับ [1] 0.34, [2] 0.71, [3] 0.77 ค่าแคลเซียม (CaO) (%) เท่ากับ [1] 1.51, [2] 2.17, [3] 2.23 ค่าแมกนีเซียม (MgO) (%) เท่ากับ [1] 0.31, [2] 0.39, [3] 0.37 และค่าซัลเฟอร์ (%) เท่ากับ [1] 0.20, [2] 0.26, [3] 0.25 จากการเปรียบเทียบค่า จึงนำสูตรที่ 3 มาสู่ขั้นตอนการแปรสภาพเพื่อผลิตวัตถุดิบหลักของกระถางรักษ์สิ่งแวดล้อมจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก เนื่องจากมีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อพืชสูงกว่าสูตรผสมอื่น โดยนำผักตบชวาจำนวน 21.25 kg ผสมกับดินเทียมจากขยะเปียกในครัวเรือนจำนวน 21.25 kg ร่วมกับแกลบขี้เถ้า 7.5 kg และคลุกเคล้ากากน้ำตาล 1.00 kg พร้อมกับฉีดพ่นจุลินทรีย์ต่อเนื่องในช่วงกลับกองหมักทุก 3 วัน โดยช่วงที่หมักกองวัตถุดิบจะมีอุณหภูมิภายในกองหมักสูง ในช่วงระยะเวลา 13-15 วันแรก เพื่อเป็นการกระตุ้นให้จุลินทรีย์ในกองหมักสามารถเติบโตได้รวดเร็ว เมื่อหมักครบ 60 วัน พบว่า เนื้อวัตถุดิบที่ได้จากการหมักจะมีความชื้นภายในกองหมักเพียง 21.65 kg (น้ำหนักลดลง 56.70%) จากนั้นนำไปตากให้แห้งสนิทจนกระทั่งเหลือน้ำหนัก 6.54 kg (น้ำหนักลดลง 30.21%) ซึ่งสรุปได้ว่าหากทำการผลิตปุ๋ยอินทรีย์จากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียกในปริมาณ 50 kg จะเหลือวัสดุอินทรีย์ที่สำเร็จ 6.45 (12%) เท่านั้น

(เครื่องแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก) (ขยะเปียกจากครัวเรือนที่ผ่านการแปรสภาพ) (วัสดุที่สำเร็จพร้อมขึ้นรูป)

รูปที่ 1 กระบวนการผลิตวัสดุในการผลิตผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม (กระถาง) จากผักตบชวา
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

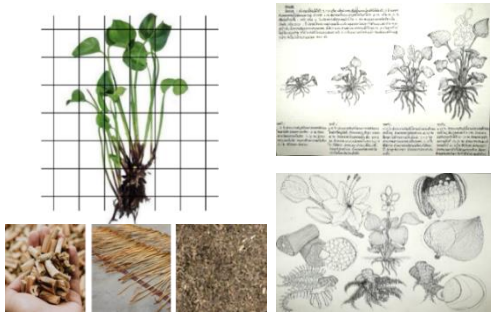
2. ผลวิเคราะห์การกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา : โดยผลการวิเคราะห์จัดแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคเพื่อจัดกลุ่มตัวแปรด้วย EFA (Exploratory Factor Analysis) และขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันด้วย CFA (Confirmatory Factor Analysis) และขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ First/Second Order ซึ่งผู้วิจัยนำกลุ่มตัวแปรมาทดสอบความสัมพันธ์ของตัวแปรสังเกตได้ที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม ดังนี้

2.1 ขั้นตอนที่ 1 : ข้อมูลผู้บริโภคเพื่อจัดกลุ่มตัวแปรด้วยการวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจ EFA ที่จัดเก็บข้อมูลความต้องการผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อค้นหาและจับกลุ่มตัวแปรบ่งชี้ที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมและความพึงพอใจของผู้บริโภค

ตารางที่ 2 ค่า KMO and Bartlett's Test กลุ่มตัวอย่างที่ต้องการใช้งานผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม

KMO and Bartlett's Test of Sphericity	
Approx. Chi-Square	2076.222
Df	741
Sig.	.000
Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy	.730

*มีนัยสำคัญทางสถิติ 0.05



ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

การวิเคราะห์ KMO and Bartlett's Test แสดงถึง ค่า Kaiser-Meyer-Olkin = .730 มีค่ามากกว่า 0.50 สรุปได้ว่า ข้อมูลที่รวบรวมได้แสดงผลความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมนั้นเป็นข้อมูลที่มีความเหมาะสม และสามารถนำไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจได้ (Chi-Square = 2076.222; Significant = 0.000) จึงสรุปได้ว่า ตัวแปรปัจจัย 39 ตัวแปรมีความสัมพันธ์กัน โดยสามารถนำผลข้อมูลทั้งหมดไปวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงสำรวจได้

ผลลัพธ์ปัจจัยที่ผู้วิจัยกำหนดจำนวน 7 ปัจจัย (เป็นผลจากการหมุนแกนทำนายผลปัจจัย *"Rotate and interpret factors"* ด้วยการตัดปัจจัยตัวที่ 8, 9, 10, 11, 12 ออก เนื่องจากตัวแปรย่อยไม่สามารถจับตัวกันได้ตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป) โดยแสดงผลลัพธ์จากตารางวิเคราะห์ Total Variance Explained: Method for Extraction ซึ่งสามารถสรุปได้ว่า จำนวนตัวแปรปัจจัยจำนวน 39 ตัวแปร ซึ่งถือเป็นตัวแปรทั้งหมดที่นำเข้ามาศึกษา โดยสามารถจัดแบ่งเป็นจำนวน 7 Factors ปรากฏค่าน้ำหนักความสำคัญ ดังนี้ Factor ตัวที่ 1 มีความสำคัญที่สุด ซึ่งอธิบายความแปรปรวนของข้อมูลในระดับร้อยละ 9.348, Factor ตัวที่ 2 ระดับร้อยละ 9.146, Factor ตัวที่ 3 ระดับร้อยละ 8.862, Factor ตัวที่ 4

ระดับร้อยละ 6.316, Factor ตัวที่ 5 ระดับร้อยละ 6.316, Factor ตัวที่ 6 ระดับร้อยละ 5.648 และ Factor ตัวที่ 7 ระดับร้อยละ 4.812 เป็นต้น จากนั้นวิเคราะห์ Scree Plot ที่แสดงค่า Eigenvalue ของตัวแปรทั้ง 39 ตัว ซึ่งปรากฏว่าปัจจัยทั้ง 7 ตัวมีความเหมาะสม และตัวแปรทั้ง 39 ตัวแปรสามารถจับตัวได้อย่างมีความสัมพันธ์กันค่อนข้างดี โดยแสดงกราฟที่มีความลาดชันตั้งแต่ ปัจจัยที่ 1 ถึง ปัจจัยที่ 7

ตารางที่ 3 ค่าน้ำหนักหมุนแกน Factor วิธี Verimax กำหนดค่าน้ำหนักองค์ประกอบที่ 0.05

	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor1	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X3	ความต้องการสร้างอนาคตของสังคมและชุมชนที่ยั่งยืน	.688	-	-	-	-	-	-
X5	ทราบถึงกระแสโลกที่มนุษย์ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น	.678	-	-	-	-	-	-
X6	ต้องการเป็นส่วนหนึ่งของการร่วมรับผิดชอบต่อสภาพแวดล้อมของโลก	.651	-	-	-	-	-	-
X4	ความต้องการลดภาระหรือผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการดำรงชีวิต	.623	-	-	-	-	-	-
X13	ต้องการแสดงความรู้สึกเป็นส่วนหนึ่งของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	.532	-	-	-	-	-	-
X1	ความรู้สึกถึงความจำเป็นในการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม	.447	-	-	-	-	-	-
X2	รู้สึกอันตรายจากภัยธรรมชาติที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อม	.439	-	-	-	-	-	-
X28	ลวดลายสีสันบรรจุภัณฑ์ที่ใส่สินค้าแสดงถึงความรักษ์โลกได้ชัดเจน	-	.679	-	-	-	-	-
X18	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันที่สะท้อนถึงความเป็นธรรมชาติ	-	.588	-	-	-	-	-
X27	กล่องและบรรจุภัณฑ์ที่ใส่สินค้าแสดงถึงความรักษ์โลกได้	-	.586	-	-	-	-	-
X14	เข้าใจกฎหมายที่ส่งผลต่อการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม	-	.533	-	-	-	-	-
X29	ภาพที่ปรากฏบนบรรจุภัณฑ์ที่ใส่สินค้าแสดงถึงความรักษ์โลกได้ชัดเจน	-	.530	-	-	-	-	-
X23	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่สังคมและบุคคลอื่นให้ความสนใจ	-	.509	-	-	-	-	-
X24	เป็นผลิตภัณฑ์ที่สวยงามและแสดงความรักษ์โลกจากรูปทรงได้	-	.459	-	-	-	-	-
X20	เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการแสดงถึงผู้ผลิตที่มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	-	.433	-	-	-	-	-
X22	เป็นผลิตภัณฑ์ที่แสดงออกถึงกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	-	.388	-	-	-	-	-
	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor3	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X36	รู้สึกชื่นชอบในการใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	.666	-	-	-	-
X37	รู้สึกว่าเป็นคนรุ่นใหม่ และคนรุ่นใหม่ต้องใส่ใจสิ่งแวดล้อมอยู่เสมอ	-	-	.626	-	-	-	-
X35	ประสงค์ใช้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด	-	-	.613	-	-	-	-
X39	เลือกซื้อสินค้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันจากความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	.557	-	-	-	-
X7	ความรู้สึกภาคภูมิใจทุกครั้งที่ได้ใช้งานผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม	-	-	.533	-	-	-	-
X34	ปกติคัดแยกขยะอยู่เสมอ และพิจารณาความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	.490	-	-	-	-
X19	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเรื่องราว และเนื้อหาที่แสดงถึงธรรมชาติ	-	-	.401	-	-	-	-
X15	การอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมส่งผลถึงการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม	-	-	.369	-	-	-	-
	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor 4	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X16	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์มีการใช้วัสดุที่เป็นธรรมชาติอย่างชัดเจน	-	-	-	.721	-	-	-
X21	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองมาตรฐานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	-	.558	-	-	-
X17	ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเอกลักษณ์ที่แสดงถึงความรักษ์โลก	-	-	-	.535	-	-	-
X10	สังเกตความเปลี่ยนแปลงสภาพแวดล้อมตระหนักผลกระทบต่อสังคม	-	-	-	-	.778	-	-
X9	สังเกตความเปลี่ยนแปลงของโลก และตระหนักผลกระทบต่อตนเอง	-	-	-	-	.730	-	-
X11	สังเกตความเปลี่ยนแปลงของโลก และตระหนักถึงผลกระทบต่อโลก	-	-	-	-	.611	-	-
	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor 5	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X8	คาดหวังความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	-	-	.470	-	-
X12	รับทราบผลกระทบการเปลี่ยนแปลงสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันและอนาคต	-	-	-	-	.446	-	-

	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor 6	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X30	ตัวอักษรที่ปรากฏบนสินค้าแสดงถึงความรักษ์โลกได้ชัดเจน	-	-	-	-	-	.657	-
X32	คิดคำนึงภายหลังใช้งานผลิตภัณฑ์จะไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	-	-	-	-	-	.600	-
X31	รูปทรงของผลิตภัณฑ์สามารถแสดงถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมได้	-	-	-	-	-	.557	-
X33	มีการวางแผนในการนำขยะเหล่านั้นกลับมาใช้ใหม่อยู่เสมอ	-	-	-	-	-	.506	-
	ค่าน้ำหนักองค์ประกอบการหมุนแกนตัวแปรการวิจัย Factor 7	**F/1**	**F/2**	**F/3**	**F/4**	**F/5**	**F/6**	**F/7**
X25	กำหนดระดับราคาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ใช้วัสดุดี และมีราคาแพง	-	-	-	-	-	-	.752
X38	ความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมด้านหน้าที่ที่ต้องกระทำ	-	-	-	-	-	-	.524
X26	กำหนดระดับราคาผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ใช้วัสดุปานกลาง และมีราคาถูก	-	-	-	-	-	-	.461

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

สรุปการจัดแบ่งตัวแปรสัมพันธ์กับปัจจัยด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม และนำสู่การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) โดยตัวแปร จำนวน 39 ตัวแปรสังเกตได้ ให้เหลือตัวแปรที่มีความสัมพันธ์ระหว่างกันสูง จำนวน 12 ตัวแปรสังเกตได้ และนำเข้าสู่ขั้นตอนการยืนยันตัวแปรต่อไป

2.2 ขั้นตอนที่ 2 : ตรวจสอบข้อมูลก่อนการวิเคราะห์ CFA ให้เป็นไปตามข้อตกลงทางสถิติในการอ้างอิงสู่ความน่าจะเป็นของข้อมูลที่นำมาใช้งาน โดยการตรวจสอบ KMO and Bartlett's Test พบว่าตัวแปรสังเกตได้มีความเหมาะสม เนื่องจาก KMO= .765 และค่า Bartlett' Test of Sphericity = 688.622 (Sig. = .000) แสดงผลได้ว่าตัวแปรที่ใช้ประกอบการวิเคราะห์ทั้ง 12 ตัวแปรสังเกตได้นั้นมีความสัมพันธ์กันเพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์ CFA และใช้ประกอบการอธิบายความหมายปัจจัย

ตารางที่ 4 การวิเคราะห์ Anti-image Matrices (Measures of Sampling Adequacy: MSA)

ตัวแปร	W1	W2	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11	W12
W1	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W2	.197	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W3	.031	.024	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W4	.063	.159	.252	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-
W5	.098	.000	.047	.047	1.000	-	-	-	-	-	-	-
W6	.133	.227	.152	.244	.290	1.000	-	-	-	-	-	-
W7	.256	.169	.121	.048	.092	.071	1.000	-	-	-	-	-
W8	.304	.136	.019	.006	.167	.108	.061	1.000	-	-	-	-
W9	.111	.031	.027	.119	.145	.027	.046	.034	1.000	-	-	-
W10	.043	.156	.073	.056	.125	.042	.093	.102	.135	1.000	-	-
W11	.120	.031	.886	.260	.006	.098	.028	.065	.114	.002	.653	-
W12	.152	.248	146	.149	.098	.089	.191	.017	.191	.054	.172	.759

Bartlett' Test=688.622, Sig=.000, KMO=.765, MSA Between = .653 to .888

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

ผลการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ศึกษา ด้วย Bartlett' Test ปรากฏว่าตัวแปรทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 และทดสอบความเหมาะสมตัวแปรที่นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน ด้วยวิธีการ Kaiser-Meyer-Olkin ปรากฏว่าได้ค่า MSA เท่ากับ .781 และตัวแปรมีค่าอยู่ระหว่าง .653 - .888 ซึ่งมากกว่า .50 (Hair, et al, 2019) จึงสรุปได้ว่าตัวแปรมีความเหมาะสมที่จะนำมาวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน สำหรับตรวจสอบโมเดลการวัดรายปัจจัยตามตัวแปรที่สังเกตได้ ดำเนินการวัดผลรายปัจจัยที่เกี่ยวข้อง โดยผู้วิจัยดำเนินการทดสอบโมเดลการวัดจากจำนวน 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้งานผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางผักตบชวา พบว่า 1) ตัวแปร Feeling สามารถวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ Feeling 1, Feeling 2 และ Feeling 3 ได้จริง 2) ตัวแปร Product สามารถวัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ Product 1, Product 2 และ Product 3 ได้จริง 3)ตัวแปร Awareness วัดได้จากตัวแปรสังเกตได้ Awareness 1, Awareness 2 และ Awareness 3 ได้จริง 4)ตัวแปร Price สามารถวัดจากตัวแปรสังเกตได้ Price 1, Price 2 และ Price 3 ได้จริง

2.3 ขั้นตอนที่ 3 : วิเคราะห์ First Order ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้งานของผู้บริโภค โดยดำเนินการทดสอบโมเดลการวัดจากจำนวน 4 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้งานผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก ในการวิเคราะห์อิทธิพลร่วมของตัวแปรสังเกตุได้ ที่ส่งผลต่อการพิจารณาเลือกใช้งานของกลุ่มผู้บริโภคผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 5 การวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สอง (First Order)

ตัวแปรแฝง / ตัวแปรสังเกตได้	Feeling			Product			Awareness			Price			r^2	Reliability
	β_i	b_i	S.E.	β_i	b_i	S.E.	β_i	b_i	S.E.	β_i	b_i	S.E.		
W1 (Feeling1)	.409	.381**	.071	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.167	.408
W2 (Feeling2)	.196	.192*	.079	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.038	.194
W3 (Feeling3)	.930	1.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.865	.930
W4 (Product1)	-	-	-	.649	.978**	.236	-	-	-	-	-	-	.421	.648
W5 (Product2)	-	-	-	.723	.902**	.198	-	-	-	-	-	-	.523	.723
W6 (Product3)	-	-	-	.650	1.000	-	-	-	-	-	-	-	.423	.650
W7 (Awareness1)	-	-	-	-	-	-	.604	1.000	-	-	-	-	.365	.604
W8 (Awareness2)	-	-	-	-	-	-	.159	.294*	.178	-	-	-	.025	.158
W9 (Awareness3)	-	-	-	-	-	-	.511	.849*	.182	-	-	-	.261	.510
W10 (Price1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.055	.081*	.100	.003	.054
W11 (Price2)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.843	1.000	-	.711	.843
W12 (Price3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	.214	.305**	.104	.046	.214

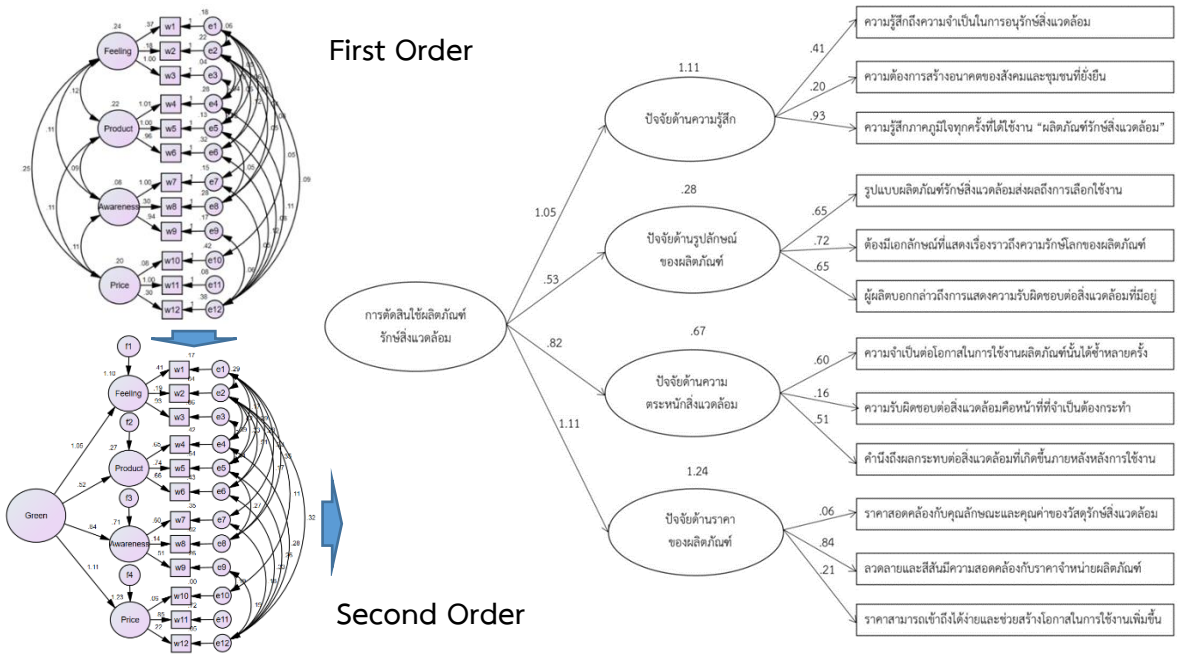
ตัวแปรแฝง	β_i	b_i	S. E.	R^2	Reliability
Feeling	1.052	1.000	-	1.106	1.051
Product	.526	.484**	.112	.277	.526
Awareness	.820	.458**	.069	.672	.819
Price	1.114	.953**	.052	1.240	1.113

χ^2 = 33.185, *df* = 27, relativeχ^2 = 1.229, *p* = .191, RMSEA = .039, RMR = .025, GFI = .965, AGFI = .900, NFI = .953, TLI = .977 *[* P < .05; ** P < .01]*

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

ผลวิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยันลำดับที่สอง (Second Order) “*การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม*” ด้วยโปรแกรมเอมอส (AMOS) ได้ค่าดัชนีตรวจสอบความสอดคล้องโมเดลตามเกณฑ์ของ Schumacker & Lomax (2010) แสดงดังนี้ χ^2= 33.185, *df* = 27, relativeχ^2= 1.229, *p* = .191, RMSEA = .039, RMR = .025, GFI = *.965*, AGFI = *.900*, NFI = *.953*, TLI = *.977* โดยดัชนีความสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด คือ relativeχ^2 มีค่าน้อยกว่า 2 ดัชนี *RMSEA* และ *RMR* มีค่าน้อยกว่า .05 และ *GFI, AGFI, NFI, TLI* มีค่ามากกว่า .95 โดยค่า *AGFI* มีค่ามากกว่า .90 ที่สอดคล้องสามารถใช้งานได้ตามแนวคิดของ Diamantopoulos and Siguaw (2000) และของ Kelloway (2015) จึงสรุปได้ว่า การตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย 4 องค์ประกอบ ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling) ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Awareness) และปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price) เป็นต้น

ตารางที่ 6 โมเดลสมการโครงสร้างปัจจัยส่งผลต่อการใช้ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม (กระถางผักตบชวา)



ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่พัฒนาใหม่ : ความสัมพันธ์ระหว่างความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์กระถางผักตบชวาที่พัฒนาใหม่ กับกลุ่มตัวแปรสังเกตได้ทั้ง 4 ปัจจัยทางการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์โลกที่ทำการศึกษาและสร้างสรรค์

รูปที่ 2 กระบวนการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก
ที่มา: ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

รูปที่ 3 กระบวนการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก
ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

ตารางที่ 7 ความพึงพอใจของผู้บริโภคเมื่อได้รับการตอบสนองความต้องการผ่านผลลัพธ์การออกแบบ

ปัจจัยทางด้านการออกแบบ	$\overline{X}$	S.D.	ระดับความพึงพอใจ
ปัจจัย1: ปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling)	4.26	0.69	พึงพอใจระดับมาก
ปัจจัย2: ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Product)	4.11	0.79	พึงพอใจระดับมาก
ปัจจัย3: ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Awareness)	4.10	0.73	พึงพอใจระดับมาก
ปัจจัย4: ปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price)	4.15	0.63	พึงพอใจระดับมาก
ผลรวมความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ทดลองใช้งาน	4.15	0.61	พึงพอใจระดับมาก

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

ผลการประเมินความพึงพอใจรายปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัยก่อนวิเคราะห์เชิงอนาคตภาพขององค์ประกอบของปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย พบว่า ปัจจัย1: ปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling) มีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.69) ปัจจัย2: ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Product) มีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.79) ปัจจัย3: ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Awareness) มีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.10, S.D. = 0.73) และปัจจัย4: ปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price) มีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.15, S.D. = 0.63) โดยปรากฏผลรวมความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ทดลองใช้งาน มีความพึงพอใจระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.15, S.D. = 0.61)

ตารางที่ 8 ค่าอธิบายปรากฏการณ์ความพึงพอใจของผู้บริโภค และความน่าเชื่อถือของสมการทำนาย

R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of The Estimate	Durbin-Watson
.592	.351	.333	.37827	2.101

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

ปรากฏค่า R=.592 โดยปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์โลกทั้ง 4 ปัจจัยการออกแบบสามารถอธิบายค่าระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคได้ที่ระดับร้อยละ 59.2 ค่า R Square = .351 ซึ่งโมเดลปัจจัยการออกแบบใหม่นั้น สามารถอธิบายปรากฏการณ์ความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคได้ระดับร้อยละ 35.1 และเมื่อพิจารณาค่าความเชื่อถือของสมการทำนาย Durbin-Watson = 2.101 ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดระหว่าง 1.50-2.50 โดยปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย ที่นำเข้าสู่การวิเคราะห์อนาคตภาพมีนัยยะความแตกต่างกันที่สามารถยอมรับได้

ตารางที่ 9 ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ส่งผลต่อสมการทำนายจากปัจจัยทางด้านการออกแบบ

Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	11.223	4	2.806	19.608	.000*
Residual	20.748	145	.143		
Total	31.971	149			

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

สมการทำนายความสัมพันธ์มี Sig. = .000 จึงถือว่าสมการมีปัจจัยอย่างน้อยหนึ่งตัวที่บ่งชี้ถึงความสัมพันธ์ระดับความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภคต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางผักตบชวาใหม่

ตารางที่ 10 สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณพยากรณ์ตัวแปรส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

ตัวแปรพยากรณ์ (*p < .05)	*b*	*S.E.b*	*B*	t	Sig.
1 (Constant)	1.493	.346		4.313	.000*
ปัจจัยด้านความรู้สึก (X1)	.187	.046	.296	4.097	.000*
ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (X2)	.306	.069	.316	4.441	.000*
ปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ (X3)	.270	.059	.312	4.568	.000*
ปัจจัยด้านความตระหนักสิ่งแวดล้อม (X4)	-.073	.053	-.101	-1.384	.169

ที่มา : ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา (2565)

สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยพหุคูณของตัวแปรที่ใช้พยากรณ์ความพึงพอใจผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า 1)ปัจจัยทางด้านความรู้สึก (X1) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอยเท่ากับ .187 คือ หากให้ความสำคัญเรื่องปัจจัยด้านความรู้สึกรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม 1 หน่วย ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น 0.187 หน่วย 2)ปัจจัยทางด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (X2) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอย เท่ากับ .306 คือ หากให้ความสำคัญเรื่องปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น 0.306 หน่วย 3)ปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ (X3) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอย เท่ากับ .270 คือ หากให้ความสำคัญเรื่องปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ 1 หน่วย ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมจะเพิ่มขึ้น 0.270 หน่วย 4)ปัจจัยด้านความตระหนักสิ่งแวดล้อม (X4) มีสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ถดถอย เท่ากับ -.073 คือ หากให้ความสำคัญเรื่องปัจจัยด้านความตระหนักสิ่งแวดล้อม 1 หน่วย ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมจะลดลง 0.073 หน่วย และเมื่อพิจารณาค่า Sig. < .05 พบว่า ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ มีผลทางสถิติต่อระดับความพึงพอใจที่เกิดขึ้นของกลุ่มผู้บริโภค โดยปรากฏค่าอิทธิพลที่ส่งผลต่อระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคเรียงจากมากไปน้อย คือ ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (.306) ปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ (.270) และปัจจัยด้านความรู้สึก (.187)

เป็นต้น สามารถแสดงสมการพยากรณ์ในรูปแบบคะแนนดิบ ดังนี้ $\hat{y} = 1.493 + .187(X1) + .306(X2) + .270(X3)$ และสามารถแสดงสมการพยากรณ์ในรูปคะแนนมาตรฐาน ดังนี้ $Z = .296(X1) + .316(X2) + .312(X3)$

7. สรุปผลและการอภิปรายผล

สรุปผล : สามารถแบ่งการสรุปผลการวิจัยออกเป็นรายวัตถุประสงค์จำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1. สรุปผลการพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นกระถางต้นไม้อินทรีย์: โดยปรากฏผลการพัฒนาที่อาศัยขั้นตอนการทดลองกระบวนการแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียกที่เป็นเศษเหลือทิ้งจากครัวเรือนที่มีการทดสอบมาตรฐานองค์ประกอบของสิ่งเทียมดินของประเทศไทยก่อนกระบวนการขึ้นรูปกระถางอินทรีย์รักษ์สิ่งแวดล้อม พบว่า สูตรส่วนผสมที่ 3 ประกอบด้วยส่วนผสมผักตบชวา 42.5% ดินเทียมขยะเปียก 42.5%และแกลบขี้เถ้า 15% ถือเป็นสูตรสิ่งเทียมดินที่มีความสมบูรณ์เหมาะในการนำมาใช้งานสูงสุด ทั้งยังมีค่าระดับความชื้น 49.62 ความเป็นกรดด่าง 7.07 และมีค่าอินทรีย์วัตถุ 33.76% จึงถือได้ว่ามีความเหมาะสมในการนำมาเป็นวัตถุดิบหลักในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่สามารถปลดปล่อยธาตุอาหารที่มีประโยชน์ต่อพืชในขณะปลูกในกระถางได้ และกระถางสามารถย่อยสลายได้เองตามธรรมชาติในระยะเวลา 2 เดือน

2. สรุปผลกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา: ขั้นตอนการค้นหาปัจจัยที่ส่งผลต่อแนวทางความต้องการใช้งานผลิตภัณฑ์กระถางจากผักตบชวาในลักษณะของตัวแปรที่ส่งผลต่อการเลือกซื้อและความพึงพอใจของผู้บริโภค สามารถสรุปได้ดังนี้

ก) ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลจากกลุ่มผู้บริโภคเพื่อจัดกลุ่มตัวแปรด้วย EFA สรุปผลได้ว่า ข้อมูลที่รวบรวมจากผู้บริโภคครั้งนี้ถือเป็นข้อมูลที่เหมาะสมน่าเชื่อถือ สามารถนำเข้าสู่กระบวนการค้นหาองค์ประกอบของปัจจัยบ่งชี้ได้ โดยจากตัวแปรทั้งหมด 39 ตัวแปรที่สัมพันธ์กันนั้น ปรากฏผลการจับกลุ่มของตัวแปรทั้งหมดได้จำนวน 7 ปัจจัยที่ส่งผลที่ระดับอิทธิพล Factor ตัวที่ 1 ร้อยละ 9.348, Factor ตัวที่ 2 ร้อยละ 9.146, Factor ตัวที่ 3 ร้อยละ 8.862, Factor ตัวที่ 4 ร้อยละ 6.316, Factor ตัวที่ 5 ร้อยละ 6.316, Factor ตัวที่ 6 ร้อยละ 5.648 และ Factor ตัวที่ 7 ร้อยละ 4.812 เป็นต้น จากนั้นนำตัวแปรทั้ง 7 ตัวร่วมกับอีก 5 ปัจจัยเสริม รวมเป็นปัจจัยที่ส่งผลต่อการตัดสินใจเลือกใช้งานผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาของผู้บริโภคในการนำเข้าสู่การทดสอบองค์ประกอบเชิงยืนยัน (CFA) ในขั้นตอนถัดไป

ข) ขั้นตอนที่ 2 วิเคราะห์องค์ประกอบเชิงยืนยัน (Confirmatory Factor Analysis: CFA) ผลสรุปการตรวจสอบองค์ประกอบปัจจัยทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่สร้างขึ้นมานั้น ปรากฏการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมของผู้บริโภค ตามโมเดลทดสอบองค์ประกอบเชิงยืนยันที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์ทางสถิติที่กำหนด โดยสรุปได้ว่าการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมของผู้บริโภคนั้นจะอาศัยการตัดสินใจจาก 4 องค์ประกอบ

ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling) ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Awareness) และปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price) เป็นต้น

3. สรุปผลการประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาที่พัฒนาใหม่: ผลประเมินทั้ง 4 ปัจจัยหลัก ได้แก่ ปัจจัยด้านความรู้สึก (Feeling) ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ (Product) ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม (Awareness) และปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์ (Price) นั้นนำมาประเมินเพื่อค้นหาอนาคตภาพของผลลัพธ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ภายใต้ปัจจัยทางการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก สรุปได้ว่า ปัจจัยด้านความรู้สึกมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.26, S.D. = 0.69) ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.11, S.D. = 0.79) ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อมมีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$ = 4.10, S.D. = 0.73) และปัจจัยด้านราคาผลิตภัณฑ์มีความพึงพอใจในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.15, S.D. = 0.61) โดยสามารถเขียนสมการ $\hat{y} = 1.493 + .187(X1) + .306(X2) + .270(X3)$ และรูปคะแนนมาตรฐาน $Z = .296(X1) + .316(X2) + .312(X3)$ ซึ่งสมการพยากรณ์นั้นสามารถที่จะอธิบายปรากฏการณ์ของปัจจัยทั้ง 4 ด้านได้ร้อยละ 59.2

อภิปรายผล : สามารถแบ่งการอภิปรายผลการวิจัยออกเป็นรายวัตถุประสงค์จำนวน 3 ข้อ ดังนี้

1. การพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาเป็นผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม : ผลทดสอบสูตรที่ 3 ผสมระหว่างผักตบชวา 42.5% ดินเทียมจากขยะเปียก 42.5%และแกลบขี้เถ้า 15% จะให้ค่าฟอสฟอรัส (P205) 0.89% ค่าโพแทสเซียม (K20) 0.77% ค่าแคลเซียม (CaO) 2.23% ค่าแมกนีเซียม (MgO) 0.37% และค่าซัลเฟอร์ 0.25% ถือว่าสอดคล้องเป็นไปตามแนวคิดของ A. Borowik, J. Wyszkowska (2016) ที่ระบุว่าอิทธิพลที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชนั้นจะขึ้นอยู่ความอุดมสมบูรณ์ของดิน ความชื้น อุณหภูมิ อินทรียวัตถุ และออกซิเจนในดิน โดยผลการวิจัยเป็นไปตามแนวคิดการเพิ่มขึ้นของคุณค่าธาตุอาหารที่พบในการทดลองจากห้องทดสอบทางวิทยาศาสตร์ และเมื่อนำวัตถุดิบที่ได้เข้าสู่การออกแบบและขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ เพื่อทดลองนั้นผลลัพธ์ที่ได้มีความเหมาะสมกับการนำเข้าสู่ขั้นตอนการประเมินผลเพื่อสร้างปัจจัยการออกแบบของ Holliman, A., Thomson, A., Hird, A. & Wilson, N. (2019) ที่กำหนดแนวทางการประเมินผลลัพธ์จากการออกแบบผลิตภัณฑ์ อันจำเป็นต้องค้นหาโครงสร้างผลกระทบจากการออกแบบที่เกิดขึ้นภายในตัวผู้บริโภค สอดคล้องตามแนวคิดการทดสอบสมการโครงสร้างของ พูลพงศ์ สุขสว่าง (2557) กล่าวว่าการทดสอบโมเดลสมการโครงสร้างต้องมีการประเมิน 2 ขั้นตอน ประกอบด้วย First Order and Second Order เพื่อเป็นการยืนยันความสัมพันธ์ของสมการโครงสร้างที่ได้ ซึ่งผลลัพธ์ในกระบวนการนี้จะมีความสอดคล้องกับการกำหนดทิศทางการค้นหาข้อเท็จจริงด้วยวิธีการบูรณาการทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่แสดงออกถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่จำเป็นต้องมีการแสดงกระบวนการอย่างเป็นขั้นตอน เพื่อใช้ในการตอบสนองผู้บริโภคและผู้ผลิต หรือผู้เกี่ยวข้องในระบบอุตสาหกรรมการผลิตได้อย่างยั่งยืนซึ่งถือเป็นทิศทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอนาคต (Dahmani, N., et al., 2022)

2. การกำหนดปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์กระถางอินทรีย์จากผักตบชวา : การวิเคราะห์ EFA จากจำนวนตัวแปร 39 ตัวแปร จะพบตัวแปรที่มีความสัมพันธ์กันสูง 7 ตัวแปรสังเกตได้ และมีการนำตัวแปรสังเกตุได้เข้าสู่การกำหนดปัจจัยในการวิเคราะห์ CFA จำนวน 4 องค์ประกอบ คือ ปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ผลิตภัณฑ์ ปัจจัยด้านความตระหนักถึงสิ่งแวดล้อม และปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ เป็นต้น โดยดัชนีความสอดคล้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดตามแนวคิดของ Diamantopoulos and Siguaw (2000) และแนวคิดของ Kelloway (2015) จะเห็นได้ว่าผลลัพธ์การตัดสินใจในการเลือกซื้อของผู้บริโภคจะมีความซับซ้อนในตัวแปรที่ส่งผลต่อการพิจารณาเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่ทับซ้อนกันหลายชั้นและหลายประเด็นที่ส่งผลต่อการตัดสินเลือกใช้งานของผู้บริโภคจนนักออกแบบยากที่จะตอบสนองได้โดยง่าย (Graedel, T. E., Comrie, P. R. & Sekutowski, J. C., 1995) โดยการออกแบบอย่างยั่งยืนนั้นจะสอดคล้องกับแนวทางการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่ควรปรากฏการแสดงออกถึงการลดผลกระทบด้านลบต่อสิ่งแวดล้อม สังคมและวัฒนธรรม ซึ่งการประยุกต์ใช้เทคนิควิจัยแบบผสมผสานร่วมกับแนวคิดเรื่องความยั่งยืนในขั้นตอนการออกแบบนั้นถือว่าเป็นการสร้างสรรค์บนพื้นฐานแห่งความยั่งยืนในกาลเวลาอนาคตข้างหน้า (Saraf, C., et al., 2022)

3. การประเมินความพึงพอใจผลิตภัณฑ์กระถางจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก : เมื่อทดสอบปัจจัยโดยอาศัยระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคนั้นปัจจัยทั้ง 4 ปัจจัย บนพื้นฐาน 12 ตัวแปรสังเกตได้ที่นำมาประยุกต์สร้างสรรค์ในกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ สามารถอธิบายความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคได้ ร้อยละ 59.2 และโมเดลปัจจัยทางการออกแบบใหม่ส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของความพึงพอใจ ร้อยละ 35.1 ซึ่งเป็นไปตามความเชื่อถือสมการทำนายผลที่กำหนดไว้ สอดคล้องกับแนวคิดของ Nasimi, G. E., Saleh, S. G. & Humbatova, S. I. (2021) ที่นำเสนอกระบวนการทดสอบในลักษณะของการประเมินผลย้อนหลังที่จะช่วยอธิบายความเข้าใจในปรากฏการณ์ *“ความพึงพอใจและโอกาสในการเลือกใช้งาน”* ที่เกิดขึ้นกับกลุ่มผู้บริโภคเมื่อมีการใช้งานผลิตภัณฑ์ได้อย่างเหมาะสม และสามารถยืนยันผลได้ว่าปัจจัยด้านความรู้สึก ปัจจัยด้านรูปลักษณ์ของผลิตภัณฑ์และปัจจัยด้านราคาของผลิตภัณฑ์ มีผลทางสถิติต่อระดับความพึงพอใจที่เกิดขึ้นของกลุ่มผู้บริโภคอย่างมีนัยยะสำคัญทางสถิติ เป็นไปตามแนวคิดการระบุและพิจารณาปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่อผลลัพธ์ทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ในลักษณะของการเรียนรู้หลายปัจจัยของ Lim, C., Kim, K. H. & Kim, M. J. et al. (2019) ที่นำเสนอกระบวนการทบทวนผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์จริง โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมนั้นจำเป็นที่นักออกแบบจะต้องมีความเข้าใจในห่วงโซ่อุปทานที่แสดงออกถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอย่างเข้มข้น ด้วยกระบวนการพัฒนาที่มีการเรียนรู้ การพัฒนาและการทดสอบผลิตภัณฑ์อย่างรัดกุม (Zhu, W. & He, Y., 2017) จะสามารถช่วยให้นักออกแบบและผู้ประกอบการนั้นมีความมั่นใจถึงโอกาสที่จะสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมได้สอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคอย่างแท้จริง โดยการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่แสดงถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนั้นจำเป็นต้องศึกษาทัศนคติของผู้บริโภคที่เกิดขึ้นในรูปลักษณะของอิทธิพลต่อตัวแปรตั้งแต่เริ่มต้น

จนกระทั่งสิ้นสุดการใช้งาน ซึ่งทั้งหมดนั้นถือเป็นการพัฒนาโมเดลสมการโครงสร้างทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง (Felix, R., et al., 2022) อันสอดคล้องกับแนวคิดการออกแบบและการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพื่อความยั่งยืน โดยควรประกอบด้วยการตรวจสอบในทุกแง่มุมอย่างละเอียดทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อม เศรษฐศาสตร์ พฤติกรรม วัสดุ การนำกลับมาใช้ซ้ำและการย่อยสลาย เป็นต้น โดยทั้งหมดถือเป็นกลไกสีเขียวที่ใช้ในการบ่งชี้คุณลักษณะวัสดุและกระบวนการที่ใช้เพื่อแสดงออกถึงความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่มีลักษณะเป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืนบนพื้นฐานของสังคม สิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจที่มุ่งเน้นการบูรณาการอย่างสมดุล (Jha, N. K., 2015; Egwutvongsa, S., 2021)

8. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

1) ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้ : สำหรับผลการวิจัยที่เกิดขึ้นในครั้งนี้ คือ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อมที่ผลิตจากผักตบชวา ซึ่งปัจจัยที่เกิดขึ้นนั้นผู้สนใจหรือนักศึกษาทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นสามารถนำเอาปัจจัยที่เกิดขึ้นไปประยุกต์ใช้เพื่อประกอบในการสร้างกรอบแนวความคิดการวิจัยของตนเองได้ โดยสามารถที่จะแสดงความมั่นใจในผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจากการประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ที่ตนเองต้องการด้วยความมั่นใจในระดับร้อยละ 59.2 ที่มีแนวโน้มจะประสบความสำเร็จหากประยุกต์ใช้ปัจจัยทั้ง 4 ด้านที่นำเสนอผ่านผลลัพธ์การวิจัย

2) ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป : บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอกระบวนการค้นหาข้อเท็จจริงของปัจจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์รักษ์สิ่งแวดล้อม กรณีกระถางจากผักตบชวาร่วมกับขยะเปียก ด้วยการนำหลักการทางสถิติขั้นสูงมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์ด้วยเทคนิคการวิจัยเชิงบูรณาการ โดยหากต้องการนำไปประยุกต์ใช้ควรพิจารณา 1)ควรมีกลุ่มตัวอย่างตั้งแต่ 150 คนขึ้นไป 2)ควรตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือการวิจัยโดยละเอียด 3)การประยุกต์ใช้โปรแกรม SPSS และ AMOS เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่ควรพิจารณาก่อนเริ่มดำเนินการ

9. เอกสารการอ้างอิง

กัลยา วานิชย์บัญชา. (2546). *วิเคราะห์สถิติชั้นสูงด้วย SPSS for Windows*. สำนักพิมพ์ ธรรมสาร.

ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา, สมชาย เซะวิเศษ และสุเมธ ตรีศักดิ์เสธ. (2565). *การพัฒนากระบวนการแปรสภาพผักตบชวาร่วมกับขยะเปียกสู่ผลิตภัณฑ์กระถางรักษ์สิ่งแวดล้อม เพื่อตอบสนองความปกติใหม่* (รายงานผลการวิจัย). กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

บุญชม ศรีสะอาด. (2543). *การวิจัยทางการวัดผลและประเมินผล*. สำนักพิมพ์ สุวีริยาสาส์น.

พูลพงศ์ สุขสว่าง. (2557). วิเคราะห์โมเดลสมการโครงสร้าง. *วารสารนราธิวาสราชนครินทร์*, *6*(2), 136-145.

วิรัช วรรณรัตน์. (2538). วิเคราะห์ตัวประกอบ (Factor analysis), *วารสารการวัดผลการศึกษา*. *48*(1), 37-42.

ศิริชัย พงษ์วิชัย. (2544). *วิเคราะห์ข้อมูลสถิติ*. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุชาติ ประสิทธิ์รัฐสินธุ์. (2540). *เทคนิคการวิเคราะห์ตัวแปรหลายตัวสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์และพฤติกรรมศาสตร์*. โรงพิมพ์ เลี่ยงเชียง.

A. Borowik, J. Wyszkowska. (2016). Soil moisture as a factor affecting the microbiological and biochemical activity of soil. *Plant Soil Environ*, *62*(6), 250–255.

Aboulam, S., Morvan, B. & Revel, J-C. (2006). Use of a Rotating-Drum Pilot Plant To Model the Composting of Household Waste On an Industrial Scale. *Compost Science & Utilization*, *14*(3), 184-190.

Dahmani, N., Belhadi, A., Benhida, K., Elfezazi, S., Touriki, F. E. & Azougagh, Y. (2022). Integrating lean design and eco-design to improve product design: From literature review to an operational framework. *Energy & Environment*, *33*(1),189-219.

Diamantopoulos, A. & Siguaw, J. A., (2000). *Introduction to LISREL: A guide for the uninitiated*. SAGE Publications, Inc,.

Egwutvongsa, S. (2021). Influence Factors on Industrial Handmade Products Designed from Sugar Palm Fibers. *Strategic Design Research Journal*. *14*(2), 456-470.

Egwutvongsa, S. & Seviset, S. (2021). Ideas for Creation: A Comparison of the Learning Results of Three-Dimensional Images between Active Learning and Child-Centered Education of Product Design Students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, *16*(11), 273-288.

Felix, R., González, E. M., Castaño, R., Carrete, L. & Gretz, R. T. (2022). When the green in green packaging backfires: Gender effects and perceived masculinity of environmentally friendly products. *International Journal of Consumer Studies*, *46*(3), 925-943.

Graedel, T. E., Comrie, P. R. & Sekutowski, J. C. (1995). Green product design. *AT&T Technical Journal*, *74*(6), 17-25.

Habte, M. & Alexander, M. (1977). Further evidence for the regulation of bacterial populations in soil by protozoa. *Archives of Microbiology*, *113*, 181–183.

Holliman, A., Thomson, A., Hird, A. & Wilson, N. (2019). A Matter of Factor: A Proposed Method for Identifying Factors that Influence Design Effort Levels in Product Design. *Proceedings of the Design Society International Conference on Engineering Design*, *1*(1), 1025-1034.

Kaplan, D., (2000). *Structural Equation Modeling*. Sage Publications, Thosand Oaks.

Karakolidis, A., Pitsia, V., & Emvalotis, A., (2016). Examining students' achievement in mathematics. *International Journal of Educational Research*. *79*, 106-115.

Kelloway, E. K. (1998). *Using LISREL Structural Equation Modeling*, Sage Publications.

Lim, C., Kim, KH., Kim, MJ. et al. (2019). Multi-factor service design: identification and consideration of multiple factors of the service. *Service Business*, *13*(1), 51–74.

Maher, M. L., Balachandran, M. B. & Zhang, D. M. (1995). *Case-Based Reasoning in Design*. Psychology Press.

Nasimi, G. E., Saleh, S. G. & Humbatova, S. I. (2021). Design as a Factor in the Development of a Country's Economy, *Research in World Economy*, *12*(1), 82-89.

Saraf, C., Agrawal, S., Barodiya, D., Shrivastava, P. & Verma, T. N. (2022). AHP-based Identification of Tools for Sustainable Product Development. *Advancement in Materials, Manufacturing and Energy Engineering*, *3*, 543-552.

Schumacker, R. E.,& Lomax, R. G., (2010). *A beginner's guide to structural equation modeling.* Lawrence Erlbaum Associates.

Tenko.R., & Marcoulides, G. A. (2006). *A first course in structural equation modeling. (2nd Edition)*. Lawrence Erlbaum Associates.

Zhu, W. & He, Y. (2017). Green product design in supply chains under competition. *European Journal of Operational Research*, *258*(1), 165-180.